

Convergencia entre tradiciones: evaluación de tecnologías y acción política

Marta I. González García, José A. López Cerezo, José L. Luján López

La tradición americana se ha centrado en identificar y valorar los efectos sociales de las tecnologías, mientras que, por otra parte, la tradición europea lo ha hecho tradicionalmente en el estudio del carácter social de los procesos de cambio científico. Ambas tendencias tenían en sus manos potenciales herramientas prácticas que sólo se podían desarrollar adecuadamente mediante la unión de sus fuerzas. La tradición americana denunciaba impactos, pero no explicaba cómo se podían evitar influyendo sobre la construcción de los complejos científico-tecnológicos. La tradición europea ofrecía "reconstrucciones sociológicas", pero se detenía en el momento de hacer valoraciones y sugerencias para el cambio. La convergencia de ambas tradiciones hacia el proceso de generación de las tecnologías, así como las nuevas concepciones de la tecnología que subrayan su carácter de formas de organización social, son pasos cruciales para que la crítica social promovida desde la tradición americana pueda tener consecuencias prácticas en la reorientación, planificación y evaluación de los programas científico-tecnológicos. Un razonamiento simple muestra la complementariedad de las tradiciones europea y americana, así como la importante consecuencia que se deriva de la misma (véase también el "silogismo CTS" en el capítulo 12). Si la ciencia y la tecnología constituyen un producto social (según la tradición europea), que además es difícilmente analizable como ciencia pura o técnica no teorizada, y si los complejos científico-tecnológicos tienen unas consecuencias sociales de primera magnitud (según la tradición americana), entonces deberíamos promocionar la evaluación y control social del desarrollo científico-tecnológico (dado un compromiso democrático básico).

La tercera tradición que hemos señalado, la derivada de los programas STPP (*Science, Technology and Public Policy*), tiene también un importante papel que cumplir en este proceso de convergencia y su puesta en práctica. Los programas STPP, que se había ocupado de la formación de expertos en economía y política científico-tecnológica con un enfoque más bien tecnocrático, han visto cuestionadas sus presuposiciones básicas acerca de las relaciones entre tecnología y economía por la irrupción de las orientaciones evolucionistas. El evolucionismo en economía del cambio tecnológico, pese a sus diferencias, mantiene importantes puntos en común con el constructivismo en sociología: ambos enfoques descriptivos consideran los factores sociales (aspectos económicos, políticos, culturales) como elementos decisivos en la aparición, el desarrollo y la consolidación de las tecnologías. Tras la muerte del modelo lineal de innovación, y la complementariedad de ambas orientaciones, un amplio espectro de factores sociales debe hacer su entrada en la formulación y gestión de políticas científico-tecnológicas.

El desarrollo convergente de los enfoques descriptivos y valorativos proporcionados por las tres tradiciones (europea, americana y político-económica) conduce, por tanto, a una nueva forma de entender la formulación y evaluación de las políticas científico-tecnológicas. Recientemente, autores de diferentes tradiciones han comenzado a reconocer los resultados obtenidos en otras tendencias y a integrarlos en su propio trabajo. De esta convergencia han nacido nuevas orientaciones y perspectivas que contribuyen a enriquecer en gran medida el campo de los estudios sociales sobre ciencia y tecnología, así como sus implicaciones sociales y políticas. Los estudios CTS no se reducen, entonces, a un mero ejercicio académico o una nueva moda, sino que su fuerza y su interés principal radican precisamente en su puesta en práctica, es decir, en la creación e implementación de mecanismos democráticos de participación pública en política científico-tecnológica y ambiental que se correspondan adecuadamente con el carácter social y político que se ha revelado bajo la aparente objetividad, neutralidad y linealidad de la ciencia y la tecnología. La evaluación de tecnologías y la acción política constituyen, por tanto, el terreno en el que tiene lugar el encuentro entre las diferentes tradiciones. Sin embargo, la realización efectiva de la renovación en estos campos tiene aún que superar numerosos obstáculos derivados de ciertas concepciones atrincheradas y determinados intereses en la perpetuación de las mismas. Nos ocuparemos de ellos, y de sus consecuencias, antes de centrarnos en las transformaciones en la evaluación y gestión promovidas por la convergencia y complementariedad de los nuevos estudios CTS.

La tenacidad de la tecnocracia

Las clásicas concepciones de la tecnología, como conjunto de artefactos o simple ciencia aplicada (véase el capítulo anterior), tienden a producir una determinada concepción del cambio tecnológico resultante de suponer que la tecnología posee una lógica propia en la que no deben producirse interferencias externas. A su vez, esa imagen lineal y acumulativa del desarrollo de la tecnología sustenta una determinada imagen o concepción de la evaluación de tecnologías. La cuestión de la evaluación se convierte en una cuestión técnica de identificación y cuantificación de impactos con el fin de que nuevas y mejores tecnologías resuelvan dichos problemas y modifiquen la percepción pública negativa (se trata de la denominada ideología del "apaño tecnológico").

En contraposición, los nuevos enfoques donde se enfatizan los aspectos culturales y organizativos de las tecnologías (e incluso llegan a considerarse como formas de organización social) tienen unas consecuencias prácticas muy diferentes para la evaluación de tecnologías y su gestión pública. La primera y más importante consecuencia es la promoción de la participación ciudadana. Algunos demonios, sin embargo, deben aún ser exorcizados para que tal democratización llegue a ser una realidad.

Además de esas anacrónicas visiones intelectualista y artefactual de la tecnología, y el interesado dilema que sustentan (eficacia interna *versus* interferencia externa), y como corolarios de las mismas, podemos identificar otros obstáculos para la participación pública en política científico-tecnológica. Tom Burns y Reinhard Ueberhorst (1988: 50-51) señalan los siguientes:

- Analfabetismo científico-técnico de la mayoría de los ciudadanos y de sus representantes políticos.

- Tecnificación interesada, por parte de los expertos y de la clase política e industrial a cuyo servicio se encuentran, de los problemas, elementos de juicio o criterios de evaluación relacionados con controversias tecnológicas o ambientales.

- Sólo la fase final de desarrollo de tales controversias involucra, en lo que concierne a la legitimación de políticas generales o programas particulares, a los ciudadanos o sus representantes políticos.

- Normalmente no se formulan alternativas genuinas para dichas políticas o programas.

La consolidación de la ideología y ordenamiento democrático en todo el mundo ha significado, entre otras cosas, una creciente preocupación institucional por la opinión pública y un cambio cualitativo en la participación de los ciudadanos, a través de sus representantes políticos, en la administración pública, y así, consecuentemente, en la gestión del cambio tecnológico. El testimonio más evidente de esta sensibilización gubernamental y académica sobre la dimensión social del cambio tecnológico es, por un lado, el desarrollo del movimiento pro evaluación de tecnologías y análisis de impacto ambiental desde los años 60, y, por otro lado, la institucionalización administrativa de ese movimiento con la creación de oficinas de evaluación de riesgo y tecnologías desde los años 70 (véase el capítulo 4).

Desgraciadamente, ni el movimiento de evaluación de tecnologías ni su cristalización administrativa en numerosos países han conseguido abrir realmente la caja negra de la tecnología a la luz pública. Lo que más bien han conseguido es introducir la tecnocracia por la puerta de atrás, *i.e.* mediante la promoción de los tres últimos puntos de la lista anterior: la tecnificación de las controversias, la autocracia tecnológica y la omisión de alternativas. Aunque, como veremos más adelante, la convergencia entre las diferentes orientaciones CTS podría ayudar a cambiar esta situación.

Un ejemplo lo constituye la actual discusión sobre nuevas tecnologías reproductivas (López Cerezo, 1991b). Esta discusión se plantea usualmente como un debate restringido a expertos cuyo resultado debe ser sancionado por políticos. El debate entre expertos, además, se limita fundamentalmente a una evaluación técnica de tasas de éxito e índices de riesgo, omitiendo la consideración de alternativas obvias (por ejemplo, políticas de prevención de la esterilidad o programas de adopción). Tasas de éxito e índices de riesgo, con ser importantes, son también una cortina de humo para ocultar alternativas radicales a la tecnificación de la maternidad. Son como el rabo del perro de Alcibiades (el brillante pero poco escrupuloso estadista griego de alrededor de 450-400 A.C.). Cuando le preguntaron por qué demonios había cortado el rabo de su perro, él respondió: "Mientras la gente se fije en el rabo de mi perro, no prestará atención a las cosas realmente importantes" (Lewontin y Berlan, 1986) (véase el capítulo 14). Otro ejemplo lo constituye la legislación sobre política forestal en Asturias, en el norte de España. A través del requisito legal de informes de impacto ambiental ante cada proyecto de repoblación socialmente problemático, informes presuntamente objetivos y comprensivos (a fin de cumplir la letra de la ley) pero con una fuerte carga valorativa si son descifrados con cuidado, los problemas sociales se convierten en cuestiones técnicas por decreto (González García, 1993b; véase también el capítulo 15). Veamos ahora qué puede andar mal con la teoría o la práctica de la evaluación de tecnologías.

Teoría y práctica de la evaluación de tecnologías

En la actualidad, la evaluación de tecnologías se entiende teóricamente como un conjunto de métodos para analizar los diversos efectos o impactos de la aplicación de tecnologías, identificando los grupos sociales afectados y estudiando además los efectos de posibles tecnologías alternativas. Su objetivo último consiste en tratar de reducir los efectos negativos de tecnologías dadas, optimizando sus efectos positivos y contribuyendo a su aceptación pública (véase Sanmartín y Ortí, 1992; Shrader-Frechette, 1985b).

Las fases de la evaluación de tecnologías son las siguientes:

(1) *Identificación de impactos*, estudiando la interacción entre tecnologías y contextos sociales. Se distinguen impactos directos e indirectos, así como diversos tipos de impacto: ambiental, psicológico, institucional/político, social, tecnológico, legal y económico. Se trata de la conocida clasificación EPISTLE, por el acrónimo inglés.

(2) *Análisis de impactos*, determinando la probabilidad, severidad y tiempo de difusión de los impactos identificados, los grupos afectados y su respuesta probable, así como la magnitud previsible de los impactos indirectos. Existen diversos tipos de análisis: Análisis coste-beneficio, matrices de cruce-de-efectos, análisis de regresión, modelos de simulación, métodos *delphi* de sondeo de opinión especializada, etc. (véase, e.g., Sanmartín y Ortí, 1992; Shrader-Frechette, 1985b; o Westrum, 1991).

(3) *Valoración de impactos*. Se trata aquí de determinar la aceptabilidad de los impactos analizados a la luz de valores sociales. Por ejemplo en la evaluación de riesgos se utilizan normalmente uno o más de los siguientes métodos: análisis de riesgo-coste-beneficio, preferencias reveladas, preferencias expresadas y estándares naturales (véase Shrader-Frechette, 1985c).

(4) *Análisis de gestión*. Constituye la última fase de la evaluación y en ella se trata de suministrar asesoramiento para la toma de decisiones sobre política científico-tecnológica.

Los análisis de impacto ambiental, por su parte, constituyen en la actualidad una clase de aplicación de las técnicas de evaluación de tecnologías, normalmente al estudio de las consecuencias ambientales de la implementación de un proyecto o tecnología en un contexto regional y a corto o medio plazo (véase Shrader-Frechette, 1985b: cap. 1). Claramente, un efecto indirecto positivo, que resultaría de contar con resultados evaluativos del tipo descrito en la gestión de políticas científico-tecnológicas, consistiría en favorecer una interacción menos problemática entre tecnología-naturaleza-sociedad, una interacción que eventualmente genere una percepción pública positiva que sin duda favorecería la viabilidad de tal tecnología (Sanmartín y Ortí, 1992).

RELEVANCIA SOCIAL DE LA EVALUACION. Como proponen José Sanmartín y Angel Ortí (1992) adaptando una propuesta de Kathi E. Hanna (1987), la reducción de impactos negativos puede lograrse tomando en consideración los informes evaluativos por parte de:

- El parlamento, para preparar una ley, definir su agenda o supervisar legislativamente.
- El ejecutivo (gobierno y agencias gubernamentales), para interpretar la ley, promulgar reglamentos, implementar reglamentos, reorganizar una agencia, etc.
- Grupos de interés, para planificar estrategias de acción política o judicial.

- La industria, para ajustarse a la ley, diseñar el marketing o adaptar estrategias organizativas.

La OTA norteamericana (*Office of Technology Assessment* --Oficina de Evaluación de Tecnologías), fundada en 1972 por iniciativa del congresista E. Daddario, fue el primer paso para la institucionalización de la evaluación de tecnologías (véase también el capítulo 4). Repasemos brevemente su estructura y metodología. Su función es "proporcionar indicadores tempranos de los beneficios probables e impactos adversos de las aplicaciones de la tecnología" (Acta fundacional de la OTA, 1972); no tiene por tanto una función adjudicataria ni de control, sino únicamente de asesoramiento y anticipación de impactos. La OTA está formada por un panel de 12 miembros (6 congresistas y 6 senadores) además de su director (que no tiene derecho a voto) asistidos por un equipo de unos 150 especialistas. Su área de trabajo consta de tres divisiones principales: (i) energía, materiales y seguridad internacional; (ii) ciencias de la vida y la salud; y (iii) ciencia, información y recursos naturales. Los temas concretos sobre los que se realiza la evaluación se determinan por medio de un cuidadoso proceso de selección realizado por los miembros de la OTA y de diversos comités relevantes del Congreso estadounidense. La ejecución de la evaluación se lleva a cabo mediante contratos de investigación con instituciones externas. Todas las partes relevantes juegan un papel importante en los diferentes estadios de la evaluación: el establecimiento de la definición del problema, la evaluación de los resultados provisionales, la revisión de los borradores de los informes, etc. Los informes, estudios y testimonios elaborados por la OTA se remiten finalmente al Congreso que, sobre la base de esta información, identifica opciones políticas alternativas y anticipa desarrollos de importancia.

Hasta aquí todo perfecto. Teóricamente, aun la propuesta original norteamericana de los años 60 que daría lugar a la creación de la OTA era ciertamente esperanzadora como instrumento de control efectivo del cambio tecnológico. La práctica, como sucede a menudo, ha resultado sin embargo ser decepcionante. El carácter fuertemente economicista de tales evaluaciones, y su uso habitual como instrumento de legitimación política que sólo trata de hacer públicamente aceptables tecnologías particulares (en tanto que rentables hechos consumados), proporciona un color muy diferente a la realidad de la evaluación de tecnologías.

¿Qué hay de malo en la economía? Nada, siempre que no sea sólo economía. Un estudio socialmente satisfactorio de problemas tecnológicos no puede restringirse al lenguaje tradicional del análisis coste-beneficio, un análisis donde no se cuestiona el valor de la excelencia técnica o el rendimiento económico como medida de una buena política social. Reducirlo todo a consideraciones económicas, adoptando así una postura economicista, es ocultar juicios de valor y presuposiciones metodológicas tras el *glamour* de las cifras en un análisis aparentemente objetivo (Shrader-Frechette, 1980: 42).

EL ANALISIS COSTE-BENEFICIO, con o sin estimación de riesgos probables en tanto que costes, es la técnica más usada en evaluación de tecnologías y análisis de impacto ambiental, tanto en la empresa privada como en al ámbito de la administración pública. El fin de dicho análisis es determinar si el balance beneficio/coste es o no favorable a un determinado proyecto. Sobre tal base, empresarios y administradores toman decisiones sobre localización de recursos.

Brevemente, la fases habituales del análisis son: descripción del objeto de análisis, identificación y descripción de costes y beneficios previstos, medición de costes y beneficios directos e indirectos, y evaluación de impactos económicos. En esta última fase se aplican criterios de decisión cuantitativos para evaluar costes y beneficios monetarios, así como una tasa de descuento que compense el efecto de la devaluación (véase Shrader-Frechette, 1985c: cap. 1).

Los evaluaciones economicistas de políticas científico-tecnológicas (al estilo practicado paradigmáticamente por el economista reaganita Julian Simon -véase Kevles, 1992: 33), por ejemplo, no suelen tomar en consideración el "coste" real de hacer negocios a base del expolio de recursos no renovables y la polución ambiental. No digamos ya impactos sociales. Tales análisis coste-beneficio realizan un diagnóstico excesivamente optimista y confían simplemente en la ideología del apañío tecnológico: nuevas tecnologías resolverán los problemas creados por viejas tecnologías.

Algunos críticos de este tipo de análisis ponen incluso en duda los supuestos méritos de una teoría económica que tenga tales costes ambientales en consideración vía externalidades (e.g., Kevles, 1992: 33). "Externalidades" es el término utilizado por los economistas para hacer referencia a los costes o beneficios que conciernen a aquéllos no directamente involucrados en las transacciones económicas (por ejemplo derivados de la destrucción de un ecosistema por la introducción en el mercado de un potente pesticida). Los llamados "economistas ambientales" sostienen que costes como los derivados de la degradación ambiental deben ser adecuadamente cuantificados y tenidos en consideración en los sistemas contables (de modo que queden reflejados, por ejemplo, en el precio de los productos). Sin embargo, como señalan Anita Gordon y David Suzuki, tal propuesta es simplemente inaceptable porque "integrar el medio ambiente en la economía es retrógrado [...] la economía es realmente un subconjunto del mundo natural. Así, es la economía la que ha de adecuarse al medio ambiente y no al contrario" (A. Gordon y D. Suzuki, 1992; cit. en Kevles, 1992: 33-34).

La preservación de una especie animal, o el riesgo de la propia vida (por minúsculo que sea), constituyen valores difícilmente cuantificables. Pero tampoco pueden ser omitidos en la evaluación de, digamos, programas de desarrollo energético o agroquímico. Simplemente, no hay forma de evitar el uso de valores, no cuantificables ni conmensurables, en metodologías economicistas como la del análisis coste-beneficio. Sin realizar juicios de valor es imposible responder a preguntas como las siguientes: ¿constituye la energía abundante un auténtico beneficio, o más bien un coste? ¿cómo cuantificar el riesgo de un parámetro desconocido (e.g. sabotaje nuclear)? ¿cómo decidir el peso negativo de un coste futuro? etc. etc. Amory Lovins compara la supuesta objetividad de las metodologías economicistas con la luz proyectada por una farola callejera bajo la cual busca su cartera el tradicional borracho, "no porque la ha perdido allí sino porque es el único lugar donde puede ver algo". Reducir los problemas e impactos sociales y ambientales a costes monetarios, del mismo modo que las farolas callejeras, "sólo hace más oscura la oscuridad circundante" (véase Shrader-Frechette, 1985b). No es extraño entonces encontrar opiniones tan exacerbadas como la de Brian Wynne (1975), para quien la tradicional evaluación de tecnologías, con toda su retórica de objetividad, sólo constituye un mecanismo para la creación de consenso de acuerdo con las líneas marcadas por una agenda política oculta, *i.e.* la que sirve los intereses de las grandes corporaciones.

En un tono más optimista, aunque con un diagnóstico no muy diferente, podemos encontrar las propuestas de mejora realizadas por autores como Arie Rip, Johan Schot, Kristin Shrader-Frechette o José Sanmartín. Se trata de propuestas donde se consideran los elementos ético-valorativos y los relativos al contexto social con el que interactúa una tecnología, y se tienen en consideración tanto en el diseño teórico de los métodos de evaluación como en la integración de grupos sociales relevantes en el propio proceso evaluativo.

Aunque más adelante comentaremos algunos detalles de este tipo de propuestas, digamos ahora que en ellas se trata, en términos generales, de sacar adelante una metodología evaluativa que incluya el análisis de cómo cierta práctica (e.g. el proceso de introducción de una tecnología dada) resuelve o es previsible que resuelva determinado problema en un sistema de interrelaciones sociales donde los grupos involucrados se distinguen por sus diferentes intereses:

- ingenieros que implementan la tecnología en cuestión;
- profesionales contratados para evaluar impactos;
- empresarios que pueden obtener un beneficio económico;
- trabajadores que pueden obtener un beneficio laboral;
- políticos que eventualmente obtienen una rentabilidad electoral;
- grupos de presión (sindicalistas, ecologistas, etc.) con un agenda política dada;
- grupos poblacionales de impacto directo e indirecto.

Cada uno de estos grupos representa un segmento social con valores y objetivos que deben ser tenidos en cuenta. Se trata, pues, de promover proyectos interdisciplinarios de estudio que, evitando un enfoque meramente economicista, involucren institucionalmente una participación activa de todos los segmentos sociales afectados por el cambio tecnológico.

La práctica de la participación pública

Como argumenta y ejemplifica Ray Kemp (1991) con la gestión de residuos radiactivos, la percepción y aceptación pública del riesgo asociado a una tecnología depende no sólo de la magnitud de tal riesgo (y la competencia técnica de los profesionales involucrados), sino también de la participación pública en el proceso de gestión y toma de decisiones.

Ahora bien, tal participación pública no puede restringirse a una mera sanción administrativa del resultado final de una controversia técnica. No podemos pretender un control democrático real del cambio tecnológico cuando tal control se reduce a una decisión discrecional de agencias gubernamentales (o, en el mejor de los casos, de comisiones parlamentarias) sobre la adjudicación o no de recursos a políticas y programas concretos.

Es cierto que un buen número de países (como Alemania, Suecia o el Reino Unido) han creado recientemente oficinas de evaluación de tecnologías siguiendo el ejemplo norteamericano de 1972. Miembros habituales de tales oficinas son parlamentarios de ambas cámaras, oficiales del gobierno, especialistas de prestigio y, ocasionalmente, representantes de colectivos sociales o grupos de presión. La función de tales oficinas, como en el caso americano, es asesorar a las autoridades (ejecutivas o legislativas) sobre la idoneidad o no de políticas y programas de desarrollo tecnológico, así como sobre sus

costes económicos e impactos sociales y ambientales. Trata de parchearse así el analfabetismo científico-técnico de nuestros políticos, capacitándolos para adoptar decisiones fundamentadas.

Sin embargo, aunque la tendencia global de dichas oficinas de evaluación de tecnologías ha sido la de alejar éstas del tradicional control del ejecutivo (vía ministerios o agencias gubernamentales), adscribiéndolas a comisiones parlamentarias, su capacidad para desempeñar una auténtica regulación democrática del cambio tecnológico deja mucho que desear. En primer lugar, el hecho de que oficinas como la OTA norteamericana o el POST británico sólo tengan por función el asesoramiento, y no funciones de control o adjudicación, limita extraordinariamente la utilidad práctica de tales oficinas en la regulación del cambio tecnológico. No es extraño entonces que su uso real sea con frecuencia, especialmente en Europa (véase más adelante), el de legitimar decisiones tomadas previamente.

En segundo lugar, se necesita algo más que la participación ocasional de ciudadanos, además de expertos y parlamentarios, para promover mediante tales oficinas un control público real de la política científico-tecnológica, un control independiente respecto a opacos intereses partidistas y la presión de la industria privada. No basta, como sucede por ejemplo en Suecia, con que las oficinas de evaluación de tecnologías soliciten la opinión de los grupos sociales afectados. Deben integrar tales grupos en unas oficinas con capacidad de control (o, cuanto menos, recomendación) sobre el diseño y desarrollo de políticas y programas ambientales y tecnológicos, así como con capacidad de adjudicación en situaciones de conflicto durante la implementación de tales políticas y programas. (En la sección sobre democratización volveremos sobre este punto).

No es extraño entonces, desde las consideraciones anteriores, que las instituciones democráticas convencionales y sus tradicionales estilos políticos (*i.e.* burocracia legitimada por expertos) sean incapaces de hacer frente al reto de una gestión adecuada del cambio tecnológico en la sociedad contemporánea. Nos enfrentamos a estructuras sociales, en los órdenes académico, político y educativo, que no consiguen digerir el nuevo sentido de la ciencia-tecnología de finales del siglo XX; como no consiguen asegurar, frente a una transformación tecnológica cada vez más vertiginosa, la preeminencia de la práctica democrática a través de la participación pública (véase Burns y Ueberhorst, 1988: 93).

Renovación de la evaluación de tecnologías

Durante los últimos 20 años se ha pasado de una concepción de la tecnología como producto (en el sentido artefactual) a una concepción de la tecnología como proceso (en una parte importante de carácter social). Y, por lo tanto, la evaluación ha pasado de centrarse en los productos tecnológicos a estudiar, y en la medida de lo posible intentar incidir sobre, el proceso de construcción de la tecnología. Así, mientras que la evaluación tradicional sería principalmente reactiva, las propuestas actuales parecen ser mas bien proactivas (Hronszky, 1994; Quintanilla, 1989).

TRES MODELOS DE EVALUACION. G. Bechmann establece tres modelos de evaluación de tecnologías: el modelo instrumental, el modelo elitista y el modelo participativo. La evaluación instrumental consiste en utilizar la mayor cantidad de conocimiento científico disponible con el fin de proporcionar información para las

decisiones políticas sobre ciencia y tecnología. La evaluación elitista pretende canalizar la discusión política y pública sobre las tecnologías teniendo en cuenta las opiniones de destacados científicos. El modelo participativo de evaluación propone que, sobre el transcurso de los conflictos sociales generados por la innovación, se analice la información fáctica sobre la tecnología en cuestión así como sobre los intereses y los grupos sociales implicados en su desarrollo (Bechmann, 1993).

Hacia finales de los años 80 se introdujo el concepto de "evaluación constructiva de tecnologías" (Rip y van den Belt, 1988; Smits 1990). De acuerdo con esta nueva elaboración conceptual, la evaluación de tecnologías no debería ocuparse exclusivamente de los aspectos externos de las tecnologías (los efectos o impactos) sino, y fundamentalmente, de su desarrollo interno como un proceso continuo en el que se generan elecciones condicionadas por factores sociales, económicos, técnicos, científicos o políticos (Schot, 1992). La evaluación de tecnologías, desde esta perspectiva, cumple esencialmente la función de facilitar la toma de decisiones respecto a las nuevas posibilidades tecnológicas. La idea subyacente es, pues, que las sociedades contemporáneas pueden controlar, por lo menos en algún grado, el ritmo y la dirección del cambio tecnológico (Luján López y Moreno, 1993). La innovación tecnológica puede considerarse como un proceso de aprendizaje social (Rip y van den Belt, 1988; Slaa y Tuininga, 1989). La evaluación constructiva se considera un instrumento para guiar este proceso estableciendo vínculos entre la innovación y los objetivos sociales, políticos, ecológicos, etc. que deberían estar presentes desde el principio en el diseño de las nuevas tecnologías (Boxsel, 1994). Con esta finalidad, la evaluación constructiva tiene que ser capaz de:

- llevar a cabo una evaluación de los posibles impactos sociales de una nueva tecnología para los grupos sociales implicados;
- proporcionar una panorámica de las soluciones tecnológicas y organizativas de los aspectos problemáticos de la tecnología en cuestión; y
- diseñar procedimientos de interacción y retroalimentación entre las interpretaciones sociales y los diseños tecnológicos (Slaa y Tuininga, 1989).

Al contrario que la evaluación de tecnologías clásica, que se ocupaba principalmente de la regulación de los productos de la actividad tecnológica, la evaluación constructiva trata de influir en el proceso de generación de las tecnologías. La evaluación constructiva enlaza con experiencias anteriores que proponían, por ejemplo, el diseño de tecnologías limpias o amables con el ambiente y el usuario (véase el capítulo 4) y, de este modo, intenta situarse precisamente en el espacio entre la innovación y la evaluación (clásica) para servir de nexo entre ambas. Boxsel (1994) ha sugerido recientemente algunos modos de mejorar la práctica de la evaluación constructiva de tecnologías:

- (1) Mejorar la metodología utilizada para pasar desde la elaboración de los mapas "socio-tecnológicos" al establecimiento de un diálogo ente los diferentes actores involucrados.
- (2) No concentrar la acción en el momento de la introducción de las tecnologías. La innovación se produce también durante el proceso de difusión y la evaluación constructiva debería tener a ésta también como objeto de intervención.
- (3) El fenómeno del atrincheramiento de las tecnologías sugiere que una acción eficaz debe tener en cuenta la conexión entre las tecnologías existentes y las nuevas.

(4) Las tecnologías pueden diseñarse de tal manera que sea más fácil anticipar las distintas consecuencias sociales, culturales, ambientales, políticas, etc. Se trata de incorporar en las propias tecnologías propiedades como la flexibilidad y la transparencia para que la evaluación se más eficiente.

(5) La evaluación constructiva es una forma de aprendizaje social respecto a las consecuencias de las tecnologías. Los proyectos de evaluación constructiva deberían planificar el propio proceso de aprendizaje. Esto es, aprender a aprender.

Otra propuesta similar a la evaluación constructiva es la de la "evaluación estratégica de tecnologías" (véase Sanmartín y Ortí, 1992), en la que también se trata de anticipar conflictos más que de analizar impactos ya dados. Queda claro de este modo cómo se pueden compatibilizar las preocupaciones de las diferentes tradiciones CTS. La mejor comprensión del proceso social de construcción de tecnologías facilita también la gestión pública de éstas.

La nueva sociología de la tecnología y la nueva economía de la tecnología mantienen una estrecha relación con el nuevo modo de entender la evaluación de tecnologías, especialmente en lo que atañe a la evaluación constructiva de tecnologías y a la posibilidad de establecer un modelo participativo. Los sociólogos constructivistas y los economistas evolucionistas han rechazado los tradicionales modelos unidireccionales para trabajar con modelos multilineales. Con anterioridad, los modelos de cambio tecnológico podían apelar al incremento de la eficiencia técnica, al incremento de la eficiencia económica o a cualquier otro criterio "maximizador". El pretendido resultado era siempre una historia lineal de éxito tecnológico. Los modelos multilineales, por su parte, muestran que la evolución de una tecnología podría haber sido otra en función de otros factores económicos, técnicos, culturales o políticos. Mediante la evaluación de tecnologías y el desarrollo de políticas científico-tecnológicas se pretende "re-conducir" el proceso en su conjunto para asegurar la incorporación de determinados valores sociales, económicos, ecológicos y políticos. La regulación de la tecnología y de la actividad investigadora no aparece tanto como un tipo de limitación, sino como una orientación y un estímulo para la innovación (Irwin y Vergragt, 1989; Jelsma, 1991; Rip y van den Belt, 1988; Schot, 1992).

La sociología constructivista se ocupa principalmente de determinar los grupos sociales relevantes relacionados con la implantación de una tecnología, y la evaluación constructiva estudia los modos en que se pueden armonizar los intereses de estos grupos sociales entre sí y con los intereses sociales generales con el fin de incidir directamente en el proceso de generación de tecnologías. Las investigaciones evolucionistas en economía tienen, por su parte, importantes implicaciones para la política científica y tecnológica. Según Dosi (1991), las instituciones, más que llevar a cabo una planificación racional, se deben ocupar de mantener la descentralización de los esfuerzos innovadores (potenciación de la diversidad); encontrar mecanismos para examinar continuamente la innovación y no tener en cuenta sólo la variación gradual, sino también la revolución tecnológica e institucional (dada la tensión existente en el proceso innovador entre aprender a emplear mejor los recursos tecnológicos conocidos y la experimentación con posibilidades desconocidas).

Evaluación de tecnologías y política científico-tecnológica

Hacia finales de los años 60, la tecnología se convirtió en objeto de debate político (véase el capítulo 4). En este contexto, es cierto que la evaluación de tecnologías ha contribuido en parte a crear un clima cultural en el que cuestiones relacionadas con las tecnologías se analizan en foros sociales e instituciones políticas. Está claro que en este sentido la valoración debe ser positiva, aunque, como hemos apuntado más atrás, la sensibilidad social de la práctica evaluativa real todavía deja bastante que desear. Pero hay otros aspectos que tampoco son enteramente satisfactorios. La evaluación de tecnologías, en cualquiera de sus versiones, no ha tenido mucho impacto sobre la formulación de políticas científicas y tecnológicas. No obstante, hay que señalar que, a este respecto, la situación ha sido distinta en Europa y en Estados Unidos.

En Estados Unidos, el debate respecto al ingente apoyo público a la investigación con fines militares fue amplio e intenso (McNeill, 1982). Este gran interés por la política científico-tecnológica condujo a que desde un principio se concibiera la OTA, entre otras cosas, como una forma de incidir públicamente sobre este tipo de políticas. Esta no fue la situación en Europa. Pero la fuente más importante de diferencias quizá sea de índole política e institucional. En Estados Unidos existe una clara separación entre el parlamento y el poder ejecutivo, por lo que una institución parlamentaria como la OTA posee una gran autonomía. En Europa la relación entre parlamento y ejecutivo es mucho más estrecha, y una agencia parlamentaria de evaluación de tecnologías puede concebirse como una amenaza para esta situación. Sin lugar a dudas, las agencias de evaluación han tenido en Europa una autonomía mucho menor que en Estados Unidos (Boxsel, 1994).

A nuestro entender, debería tenderse a establecer una mayor conexión entre la elaboración y ejecución de políticas científico-tecnológicas y la evaluación de tecnologías. Smits y Leyten proponen el desarrollo de una "política tecnológica comprehensiva" en la que la evaluación de tecnologías juegue el papel de un agente institucional de cambio (Smits, 1990). En el contexto de esta política, la evaluación de tecnologías debería contribuir a:

- la generación de conocimiento sobre las opciones sociales, económicas y materiales en relación con el cambio tecnológico, facilitando la articulación de la demanda de aplicaciones tecnológicas concretas, útiles y deseables;
- estimular el debate sobre la dirección del desarrollo tecnológico en relación a cuestiones sociales e institucionales;
- el desarrollo por parte de los actores sociales de estrategias tecnológicas y socio-institucionales innovadoras, esto es, de nexos de diferente tipo entre usuarios y productores.

Las propuestas de Boxsel (1994) para estrechar los lazos entre la evaluación de tecnologías y la política científico-tecnológica son las siguientes:

- Aumentar los fondos dedicados a evaluación, dado que en la actualidad, debido a su propia dimensión, es difícil su influencia sobre una política científico-tecnológica que generalmente hace uso de importantes cantidades presupuestarias;
- introducir la práctica de la evaluación de tecnologías también en el seno de la comunidad de I+D y en las industrias;

- orientar las evaluaciones hacia la explicitación de los compromisos sociales, políticos, culturales, etc. subyacentes al desarrollo tecnológico y a la propia práctica evaluativa;

- dado que el desarrollo tecnológico tiene un carácter cada vez más internacional, también la evaluación debería internacionalizarse. Las instituciones de la Unión Europea pueden jugar aquí un papel destacado (véase Petrella, 1994).

La tecnología, un asunto de la máxima importancia social, se ha convertido en los últimos años en objeto de debate político, algo que durante mucho tiempo pareció imposible. Pero el debate no es suficiente. Hace falta diseñar instituciones que faciliten el gobierno público de la tecnología, y ésta es una labor que en gran medida está todavía por hacer. Para afrontar el problema de la dimensión social de la innovación tecnológica, las democracias occidentales avanzadas tendrán que recurrir a la innovación política. En la siguiente sección veremos algunas propuestas para convertir la evaluación de tecnologías y la política científico-tecnológica en procesos abiertos a la participación pública.

La democratización de la política científico-tecnológica: Algunas propuestas

A la luz de las nuevas concepciones sobre la naturaleza social de la tecnología y su evaluación, se han presentado diversas propuestas encaminadas a la democratización de la gestión del cambio científico-tecnológico.

Según Kristin Shrader-Frechette, la intensidad de las controversias relacionadas con las tecnologías sugiere que las instancias gubernamentales responsables de utilizar los resultados de la evaluación de tecnologías y de los análisis de impacto ambiental son incapaces de establecer la relación entre los componentes tecnológicos, ambientales y políticos en la toma de decisiones. El motivo puede ser que la evaluación de tecnologías y la gestión tradicional del cambio científico-tecnológico no son sensibles a los aspectos sociales y valorativos que han de tenerse en cuenta como una parte importante de la toma de decisiones. Los proponentes del conocido como "experimento del tribunal científico" (*science court experiment*) defienden que un tribunal científico podría hacer de árbitro en las controversias tecnológicas proporcionando información científica adecuada, promoviendo una política más abierta, ayudando a que ecologistas y miembros de otros grupos de presión reconozcan los "hechos" científicos, y alertando a los científicos contra la utilización de juicios de valor bajo el epígrafe de datos empíricos.

El experimento del tribunal científico fue propuesto por un grupo de asesores presidenciales al final de la administración republicana de Gerald Ford (la *US Task Force of the Presidential Advisory Group on Anticipated Advances in Science and Technology*). Pero con la llegada de Jimmy Carter al poder, en 1977, este organismo fue disuelto y el experimento nunca fue ensayado. En el informe inicial, "The Science Court Experiment: An Interim Report", la experiencia se justificaba sobre la base de cinco tesis:

- (1) las controversias relacionadas con la ciencia deberían ser resueltas mediante la confrontación de posiciones opuestas;
- (2) en estas controversias es posible separar los componentes científicos de los político-ético-valorativos;

- (3) científicos de prestigio pueden aclarar los hechos científicos en estas controversias;
- (4) el papel de los abogados de cada posición puede ser separado del de los jueces;
- y
- (5) el proceso debe desarrollarse a la luz pública.

Kristin Shrader-Frechette (1985a y 1985b) analizó la propuesta del experimento del tribunal científico teniendo en cuenta las aportaciones realizadas por Michalos (1980) y llegó a la conclusión, basada en los enfoques CTS, de que las tesis (2) y (3) eran incorrectas. En lugar del tribunal científico, propuso los llamados "comités tecnológicos" (*technology tribunals*) formados por grupos de ciudadanos cultos. Su principal argumento es el siguiente: Los científicos solos no pueden ser responsables de las decisiones cruciales sobre ciencia y tecnología porque éstas, además de la técnica, también tienen una dimensión social, ética y política. Shrader-Frechette propone, en consecuencia, que las tesis (2) y (3) del informe sobre el tribunal científico se cambien por las siguientes:

- (2') los componentes científicos no son separables de los componentes éticos, políticos y valorativos en las controversias relacionadas con la tecnología; y, por tanto,
- (3') los ciudadanos inteligentes y cultos, informados por la opinión de los expertos deben decidir el resultado de estas controversias.

Es cierto que la propuesta mejorada de Shrader-Frechette deja aún en el aire la concreción de algunas cuestiones sin duda conflictivas. Por ejemplo, ¿qué quiere decir "ciudadano culto" (*intelligent citizen*)? ¿qué tipo de articulación institucional tendrían tales comités? ¿qué relación deberían mantener los defensores de posiciones rivales con los encargados de resolver las controversias? ¿qué tipo de controversias serían evaluadas por tales comités? ¿qué papel deberían desempeñar la administración pública y los parlamentarios en todo el proceso? etc. No obstante, aun con lagunas, consideramos que este tipo de propuestas constituye ya un paso adelante, un intento de hacer frente institucionalmente al reconocimiento de que hacer tecnología es (también) hacer política y de que las decisiones ambientales constituyen (entre otras cosas) elecciones éticas.

SCIENCE SHOPS. David Dickson, que en la década de los 70 había realizado una defensa de la tecnología alternativa desde el marxismo como un nuevo capítulo en la historia del socialismo, se plantea en su obra de 1984 algunas medidas para democratizar tanto la práctica de la ciencia como sus aplicaciones. Según Dickson, es necesario democratizar los procedimientos y las prácticas de trabajo de la comunidad científica de tal modo que permitan crear una ciencia basada sobre unas relaciones sociales nuevas y una nueva ideología. La democratización del laboratorio no significa, según Dickson, que todos los miembros tengan el mismo peso que los investigadores principales a la hora de elegir las direcciones de la investigación. Significa que los criterios por los cuales las prioridades y las prácticas son decididas deben estar abiertos a todos los niveles de discusión y se acepte que gran parte de la investigación puede tener una importante dimensión social.

Parece necesario también democratizar las instituciones que deciden cómo son asignados los fondos. A este respecto Dickson relata algunas experiencias recientes. A mediados de la década de los 70 se creó en la Universidad de Utrecht una

"boutique de ciencia" (*science shop*) con una finalidad triple: proporcionar información técnica demandada por individuos o representantes de la comunidad que se dirigen a la "boutique"; fomentar investigación socialmente relevante; y explorar los modos en los que se puede relacionar a quienes trabajan en las áreas en las que la investigación es necesaria. Un punto importante en la filosofía de las boutiques de ciencia es que el acceso a sus servicios es selectivo. En la Universidad de Amsterdam es necesario cumplir con los siguientes requisitos: no poder pagar la investigación, no utilizar los resultados con fines comerciales, y hacer un uso productivo de los resultados. En 1986, el 15% de los fondos de la Universidad de Amsterdam eran empleados en investigaciones que previamente habían recibido un informe favorable de la boutique de ciencia del campus.

En Estados Unidos, la *National Science Foundation* (NSF --Fundación Nacional para la Ciencia) tiene un programa de Ciencia para los Ciudadanos que proporciona recursos para investigaciones en ciencia y tecnología para grupos comunitarios. Otros programas parecidos son los financiados por la *New Mexico Solar Energy Association* (Asociación de Energía Solar de Nuevo México) o el *California Agrarian Action Project* (Proyecto de Acción Agrícola de California).

Un buen modelo de implementación institucional para comités o propuestas organizativas que respondan a *desiderata* como los enunciados por Shrader-Frechette es el defendido por Burns y Ueberhorst (1988: secc. 4.3). Un modelo tal trataría de articular el discurso democrático con respecto al proceso de toma de decisiones. En este modelo, además de ciudadanos y políticos independientes (que actuarían como moderadores y eventuales adjudicadores), se distinguen otras dos clases de participantes: grupos interesados y expertos encargados de proporcionar información. Todos ellos con un objetivo común: alcanzar un acuerdo democrático que apoye una práctica efectiva.

Con respecto al esquema de funcionamiento del propio modelo, en nuestra adaptación del mismo, pueden distinguirse las siguientes fases interactivas:

- Planteamiento de problemas, donde deben destacarse los valores y creencias presupuestas que subyacen al reconocimiento de tales cuestiones como problemas que requieren discusión común, búsqueda de consenso y acción institucional.
- Enunciación de alternativas para afrontar dichos problemas, incluyendo un examen de los valores, creencias y supuestos subyacentes a cada alternativa.
- Análisis de las alternativas seleccionadas, incluyendo un estudio de las precondiciones, implicaciones, limitaciones, costes económicos, impactos sociales e impactos ambientales.
- Proceso discursivo, es decir, negociación y cooperación constructiva.
- Toma de decisiones. En esta última fase, cuyo desarrollo puede requerir la revisión de resultados o acuerdos de fases anteriores, se trata de adoptar decisiones de mutuo acuerdo (a ser posible consensuadas), implementarlas, realizar un seguimiento y, finalmente, una evaluación de las mismas.

Sólo siguiendo este tipo de líneas de acción institucional consideramos que puede desarrollarse un satisfactorio control democrático de las cuestiones problemáticas relacionadas con la tecnología y el ambiente, extendiendo además tal control desde la elaboración de agendas administrativas o legislación hasta la implementación de tales

agendas o leyes. Hay no obstante algo que subyace a la viabilidad misma de propuestas como las anteriores. Nos referimos a la necesidad de proporcionar, mediante la educación y la formación pública general, una sólida base que permita a los ciudadanos ser parte activa en la gestión del cambio científico-tecnológico. Pero éste es un tema que abordaremos en el capítulo 12.

CONGRESOS DE CONSENSO. Los congresos de consenso se establecieron en Dinamarca a finales de los años 80. Por encargo del Parlamento danés, la Agencia Danesa de Tecnología aprobó llevar a cabo una serie de congresos de consenso sobre temas como el Proyecto Genoma, el transporte por carretera y la irradiación de alimentos. En 1993 se realizó en los Países Bajos un congreso de este tipo en relación con la modificación genética de animales. A finales de 1994 se celebró en el Reino Unido un congreso de consenso, encargada por el Consejo de Investigaciones Biotecnológicas y Biológicas al Museo de la Ciencia de Londres, sobre las aplicaciones de la biotecnología y la ingeniería genética a las plantas.

Los congresos de consenso son una técnica de evaluación de tecnologías. Se constituye un panel de ciudadanos voluntarios no especialistas que elige un grupo de apoyo que se encargará de suministrar evidencia en defensa de las diferentes posiciones. La función de los miembros del grupo de apoyo (científicos, empresarios, políticos, representantes de organizaciones de consumidores o de protección del ambiente, etc.) es contestar a las preguntas formuladas por los distintos integrantes del panel. Generalmente, las personas asistentes al congreso también participan en el debate. El producto final de este proceso es un informe elaborado por el panel ciudadano para que sea tenido en cuenta en el debate público sobre la tecnología en cuestión.

Los congresos de consenso son, entre otros, un modo de transformar el disenso en un proceso creativo. Esta técnica de evaluación de tecnologías, así como la mayoría de las propuestas para la participación pública en la elaboración de políticas relacionadas con la ciencia y la tecnología y sus productos, no son instrumentos para evitar el conflicto, sino procedimientos mediante los cuales éste se hace explícito y se llega a acuerdos sostenibles.

Este texto es un capítulo de: Marta González García, José Antonio López Cerezo y José Luis Luján: *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, ed. Tecnos, Madrid 1996. Reproducido con la amable autorización de los autores y de ed. Tecnos. A continuación consta el índice del libro completo:

INDICE

Presentación

I. EL ESTUDIO SOCIAL DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGIA

(Marta I. González García, José A. López Cerezo, José L. Luján López)

Capítulo 1. La ciencia y la tecnología entre nosotros

La imagen popular de la ciencia y la tecnología
El gobierno impopular de la ciencia y la tecnología

Capítulo 2. Concepción tradicional de la ciencia y la tecnología

El legado positivista
Ciencia, tecnología, sociedad
La ideología cientifista

Capítulo 3. Fin de la hegemonía: La reacción académica

La fragilidad del conocimiento inductivo
Relativismos
La carga teórica de la observación
Infradeterminación
Clausura metodológica
Racionalidad constructiva

Capítulo 4. Fin de la hegemonía: La reacción social

La reacción social en el mundo académico
La respuesta administrativa a la reacción social
Activismo social y consolidación institucional del movimiento CTS

Capítulo 5. Las dos principales tradiciones CTS

Capítulo 6. Tradición europea

La nueva sociología del conocimiento científico
Explorando la caja negra desde dentro
Orientaciones postmodernas
Instrumentos y materiales para la construcción del mundo
De la ciencia a la tecnociencia

Capítulo 7. Tradición americana

Los orígenes y los temas de la tradición americana
Fenomenólogos, pragmatistas y otras corrientes filosóficas
Las consecuencias sociales de la ciencia y la tecnología
Sexo y ciencia
La filosofía de la ciencia en Estados Unidos

Capítulo 8. Un tercero en discordia

- Economía y gestión de la ciencia y la tecnología
- Las microinnovaciones
- Las macroinnovaciones
- Gestión y política de la ciencia y la tecnología

Capítulo 9. Las concepciones de la tecnología

- Concepción intelectualista de la tecnología
- Concepción artefactual de la tecnología
- Tecnología autónoma
- Determinismo tecnológico
- Un nuevo concepto de tecnología
- Ecosistemas y sociosistemas

Capítulo 10. Convergencia entre tradiciones: Evaluación de tecnologías y acción política

- La tenacidad de la tecnocracia
- Teoría y práctica de la evaluación de tecnologías
- La práctica de la participación pública
- Renovación de la evaluación de tecnologías
- Evaluación de tecnologías y política científico-tecnológica
- La democratización de la política científico-tecnológica: Algunas propuestas

Bibliografía general y selección CTS

II. TEMAS CTS Y CASOS DE ESTUDIO

Capítulo 11. Cuestiones éticas en ciencia y tecnología: Análisis introductorio y bibliografía (C. Mitcham)

- Ética en ciencia
- Ética nuclear
- Ética ambiental
- Ética médica y bioética
- Ética de los ordenadores y otras tecnologías electrónicas del tratamiento de la información
- Ética ingenieril
- Ética de la tecnología
- Conclusión
- Notas

Capítulo 12. Educación CTS en acción: Enseñanza secundaria y universidad (J.L. Luján López y J.A. López Cerezo)

- La necesidad de una renovación educativa
- CTS en enseñanza secundaria

CTS en la universidad
El sentido de la enseñanza: Renovación metodológica
Algunas técnicas didácticas
Enfoques con orientación CTS en la enseñanza de las ciencias
Un enfoque general afín: La investigación-acción
Educación CTS en España
Sumario y conclusiones
Referencias y lecturas recomendadas en educación

Capítulo 13. Teorías de la inteligencia y tecnologías sociales (J.L. Luján López)

Un modelo general de análisis de controversias científico-tecnológicas
Tecnologías sociales y teorías de la inteligencia
El programa científico-tecnológico hereditarista
El programa científico-tecnológico ambientalista
Controversias actuales en el estudio de la inteligencia
Inteligencia social *versus* inteligencia biológica
Conclusiones
Notas
Bibliografía

Capítulo 14. Investigación biomédica y tecnologías de reproducción (M.I. de Melo Martín)

Introducción
Tecnologías de reproducción
Antecedentes sociales de las nuevas tecnologías de reproducción
Consecuencias de las nuevas tecnologías de reproducción
Conclusión
Notas
Referencias

Capítulo 15. Participación pública en política tecnológica y ambiental: El caso de la política forestal en Asturias (M.I. González García y J.A. López Cerezo)

Precisando la cuestión
El carácter del conocimiento experto
El conocimiento experto como interacción social
El conocimiento experto como intercambio social
La utilidad del conocimiento popular
Política forestal en Asturias
La tecnificación de un problema social
La transformación del sociosistema
La utilidad del conocimiento popular local
Conclusión
Referencias